

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра фізичної географії та картографії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

геології, географії/рекреації і

туризму

(вказати назву структурного підрозділу)

Віліна ПЕРЕСАДЬКО

(вказати П.І.Б керівника)

“ 19 ” серпня

2024 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) \_\_\_\_\_  
галузь знань \_\_\_\_\_ 10 «Природничі науки» \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
спеціальність \_\_\_\_\_ 106 Географія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
освітня програма \_\_\_\_\_ «Економічна, соціальна географія та регіональний розвиток» \_\_\_\_\_  
спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
вид дисципліни \_\_\_\_\_ за вибором \_\_\_\_\_  
(обов'язкова / за вибором)  
факультет \_\_\_\_\_ геології, географії, рекреації і туризму \_\_\_\_\_

2024 / 2025 навчальний рік

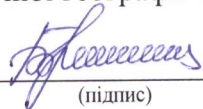
Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму

«26» серпня 2024 року, протокол № 8

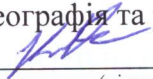
РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: завідувач навчальної лабораторії геоінформаційних систем і дистанційного зондування Землі Попов В. С.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної географії та картографії  
Протокол від «26» серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри фізичної географії та картографії

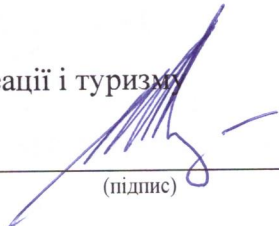
  
(підпис) (Анатолій БАЙНАЗАРОВ)  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантами освітньо-професійних програм:

Гарант ОПП «Економічна, соціальна географія та регіональний розвиток»  
  
(підпис) (Катерина КРАВЧЕНКО)  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму  
Протокол від «26» серпня 2024 року № 7

Голова науково-методичної комісії  
факультету геології, географії, рекреації і туризму

  
(підпис) Олександр ЖЕМЕРОВ  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено профільною установою ІП «ІНТЕТІКС» (О. Ю. Селіверстов)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Дистанційне зондування Землі” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

бакалавра

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напрям) 106 Географія

освітніх програм «Економічна, соціальна географія та регіональний розвиток»

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Предметом** вивчення дисципліни є фізичні основи та технічні аспекти дистанційного зондування Землі з погляду фахівця-географа, а також надання практичних навичок отримання, обробки і аналізу даних в передових спеціалізованих програмних засобах.

1.2. **Метою** викладання навчальної дисципліни є формування основ знань з оптичних властивостей географічних об'єктів та технологій їх дистанційного зондування з урахуванням самих новітніх здобутків в індустрії; опанування технології обробки й географічної інтерпретації географічних об'єктів і явищ за космічними знімками й освоєння базових технік аналізу їх динаміки і прогнозів.

1.3. **Основними завданнями** вивчення дисципліни є:

- сформуванню уявлення про принципи організації і виконання географічних досліджень за допомогою аерокосмічних знімків та особливостей отримання даних дистанційного зондування;

- ознайомити з найважливішими параметрами, що визначають оптичні характеристики об'єктів;

- викласти основи принципів цифрової комп'ютерної обробки знімків та інтерпретації отриманої інформації.

1.4. Кількість кредитів – 3.

1.5. Загальна кількість годин – 90 годин.

Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-
Семестр	
3-й	-
Лекції	
32 год.	-
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	-
Лабораторні заняття	
год.	-
Самостійна робота	
42 год.	-
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання. Згідно до вимог освітньої-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

- **знати** базові поняття та сучасні тенденції в сфері дистанційного зондування Землі, особливості застосування результатів дистанційного зондування Землі, методи отримання необхідної інформації на основі застосування даних дистанційного зондування.

- **вміти** проводити пошук та ідентифікацію необхідних об'єктів, завантажувати і проводити попередню підготовчу обробку даних дистанційного зондування з відкритих джерел; працювати зі спектральними профілями, проводити різні види аналізу зображення.

#### Сформовані компетентності:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК01);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК02);
- навички використання інформаційних та комунікаційних технологій (ЗК05);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК07);
- знання і використання специфічних для географічних наук теорій, парадигм, концепцій та принципів відповідно до спеціалізації (СК07);
- самостійно досліджувати природні матеріали та статистичні дані в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і презентувати результати; аналізувати особливості регіонального соціально-економічного розвитку (СК08).
- здатність до системного географічного мислення (СК12)
- картографічна компетентність: уміння давати комплексну географічну оцінку території за результатами аналізу карт, здатність відображати географічні об'єкти і процеси за допомогою картографічних творів (СК14).
- здатність використовувати географічні інформаційні технології для вирішення експериментальних і практичних завдань у галузі географії та регіонального розвитку (СК15).

**Згідно до вимог освітньої програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:**

**ПР01.** Знати, розуміти і вміти використовувати на практиці базові поняття з теорії географії, а також світоглядних наук.

**ПР05.** Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області географічних наук.

**ПР06.** Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в галузі географічних наук.

**ПР07.** Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад ландшафтної оболонки та її складових.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

**Розділ 1. Вступ до дистанційного дослідження Землі. Фізичні основи та технології отримання космічних знімків.**

**Тема 1.** Методи дистанційного зондування в географічних дослідженнях. Основні поняття. Вступна лекція до курсу. Принципи і визначення, методи дистанційного зондування в географії. Історія методів дистанційного зондування.

На практичному занятті студенти опановують роботу з пошуку і завантаження даних ДЗЗ на платформі EarthExplorer.

**Тема 2.** Фізичні основи дистанційних методів. Принципи побудови цифрових зображень.

Поняття спектру електромагнітних хвиль. Наслідки 4 основних законів випромінювання для дистанційного зондування. Основні характеристики взаємодії випромінювання з об'єктами земної поверхні. Основні показники, що характеризують оптичні характеристики об'єктів. Особливості спектральної відбивної здатності природних об'єктів. Основи побудови цифрових зображень. Знання щодо етапів формування космічного знімку, видів його роздільної здатності (просторова, спектральна, часова та радіометрична). Поняття комбінації каналів та галузі застосування

зазначених комбінацій в практиці географічних досліджень. Формати растрових файлів, що використовуються у сучасній практиці.

Ознайомлення з програмним забезпеченням ERDAS Imagine, яке студенти використовують на практичних заняттях.

**Тема 3.** Платформи дистанційного зондування. Методи реєстрації випромінювання. Сенсори.

Наземні платформи та збір польових даних. Повітряні кулі. Літальні апарати з нерухомим крилом. БПЛА. Космічні (орбітальні) платформи. Основні поняття космічної зйомки. Види орбіт Реєстрація випромінювання. Основні типи сенсорів ДЗЗ. Мультиспектральні скануючі системи. Калібрування і валідація.

На практичному занятті студенти отримують навички покращення спектральних характеристик в ERDAS Imagine.

**Тема 4.** Сучасні супутникові системи в ДЗЗ.

Поняття просторової роздільної здатності супутникових систем. Планове та перспективне знімання. Основні поняття космічної зйомки. Види орбіт. Огляд сучасних супутникових систем: історія розвитку, принципи роботи, призначення, знімальна апаратура. Сучасні геостаціонарні (GOES, Meteosat) та полярно-орбітальні супутникові системи (NOAA, Metop, Terra). Сучасні ресурсні супутникові системи середньої роздільної здатності (Landsat, Sentinel). Сучасні супутникові системи високої і надвисокої роздільної здатності (Planet, Skysat, WorldView-3, Pleiades NEO)

**Тема 5.** Принципи технології LiDAR та її застосування в ДЗЗ.

Принципи роботи LiDAR-систем. Приклади застосування. Особливості отримання даних LiDAR. Похибки і особливості обробки даних. Типові пристрої LiDAR для ДЗЗ.

На практичному занятті студенти знайомляться з методами покращення просторової роздільної здатності.

## **Розділ 2. Основи цифрової обробки даних дистанційного зондування**

**Тема 6.** Технологія та організація дешифрування знімків. Візуальне дешифрування

Предмет та сутність дешифрування знімків. Представлення аерокосмічного знімку як моделі місцевості. Логічна структура процесу дешифрування. Ознаки дешифрування аерокосмічних знімків. Основні технологічні схеми дешифрування знімків. Вибір та підготовка матеріалів зйомок. Польове та камеральне дешифрування знімків. Поняття контрольованої та неконтрольованої класифікації знімків. Принципи еталонного дешифрування, об'єктивізація процесу дешифрування, шляхи автоматизації дешифрування знімків. Аналізуються методи оцінки надійності результатів дешифрування аерокосмічних знімків. Методи дешифрування, основані на перетворенні спектральних яскравостей.

На практичному занятті студенти отримують навички прив'язки знімків в ERDAS Imagine.

**Тема 7.** Спотворення зображень та їх попередня обробка в дистанційному зондуванні

Основні види спотворень: спотворення, спричинені нахилом оптичної вісі; спотворення пов'язані з рельєфом місцевості; спотворення, викликані кривизною Землі; технічні фактори спотворення знімків. Радіометричне калібрування. Радіометрична корекція. Геометрична корекція. Підвищення контрастності.

**Тема 8.** Спектральні індекси та перетворення. Вегетаційні індекси

Спектральна інформація у візуальному дешифруванні. Основи вегетаційних індексів. Типи. NDVI. Tasseled Cap. Аналіз головних компонентів (PCA). На практичному занятті студенти знайомляться з основами попіксельної класифікації знімків в ERDAS Imagine.

**Тема 9.** Класифікація в ДЗЗ

Основні положення. Керована класифікація. Нейромережі. Кластеризація. Оцінка точності класифікації.

**Тема 10.** Дослідження змін земної поверхні (Change Detection).

Питання, пов'язані з технологією визначення змін за двома знімками, зробленими в різний час для однієї й тієї ж території. Аналізуються вимоги до знімків та необхідні попередні види обробки знімків, що необхідно виконати для забезпечення достовірності отриманих результатів.

На практичному занятті студенти отримують навички виконання аналізу за методикою Change Detection.

**Тема 11.** Застосування методів дистанційного зондування в науках про Землю. Основні напрямки і тенденції розвитку дистанційного зондування Землі.

Приклади використання даних і методів ДЗЗ у науках про Землю, в метеорології і кліматології; океанології; геології; геоморфології; гляціології; гідрології; ґрунтознавстві; геоботаніці; ландшафтознавстві; дослідженні сільського господарства; дослідженні населених пунктів; дослідженні антропогенної дії на природне середовище. Тренди в супутниковому ДЗЗ. Нові методики покращення даних. Нові сенсори і технології. ДЗЗ і хмарні обчислення.

Студенти практично ознайомлюються з особливостями візуалізації хмар точок в ERDAS Imagine.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Вступ до дистанційного дослідження Землі. Фізичні основи та технології отримання космічних знімків</b>												
Тема 1. Методи дистанційного зондування в географічних дослідженнях. Основні поняття	7	2	2			3	6	0,5	0,5			5
Тема 2. Фізичні основи дистанційних методів. Принципи побудови цифрових зображень	9	4	2			3	5,5	1	0,5			4
Тема 3. Платформи дистанційного зондування. Методи реєстрації випромінювання. Сенсори	10	4	2			4	9	0,5	0,5			8
Тема 4. Сучасні супутникові системи в ДЗЗ	10	2				8	15	1				14
Тема 5. Принципи технології LiDAR та її застосування в ДЗЗ	8	4	2			2	9,5	1	0,5			8
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>44</b>	<b>16</b>	<b>8</b>			<b>20</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>39</b>
<b>Розділ 2. Основи цифрової обробки даних дистанційного зондування</b>												
Тема 6. Технологія та організація дешифрування знімків. Візуальне дешифрування	6	2	2			2	6	0,5	0,5			5
Тема 7. Спотворення зображень та їх попередня обробка в дистанційному зондуванні	5	2				3	6,5	0,5				6
Тема 8. Спектральні	8	2	2			4	8	0,5	0,5			7

індекси та перетворення. Вегетаційні індекси											
Тема 9. Класифікація в ДЗЗ	5	2				3	7,5	0,5			7
Тема 10. Дослідження змін земної поверхні (Change Detection)	10	2	2			6	10,5	1	0,5		9
Тема 11. Застосування методів дистанційного зондування в науках про Землю. Основні напрямки і тенденції розвитку дистанційного зондування Землі	12	6	2			4	6,5	1	0,5		5
Разом за розділом 2	<b>44</b>	<b>16</b>	<b>8</b>			<b>22</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>39</b>
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>32</b>	<b>16</b>			<b>42</b>	<b>90</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>78</b>

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Пошук та завантаження знімків за допомогою онлайн-сервісу EarthExplorer (USGS)	2	0,5
2	Початок роботи з растровими ГІС (ERDAS Imagine). Засоби початкового рівня, призначені для візуального аналізу знімків. Комбінації каналів.	2	0,5
3	Покращення спектральної роздільної здатності космічних знімків. Поняття Області інтересів (AOI). Використання AOI для обрізання знімків	2	0,5
4	Покращення просторової роздільної здатності знімків (pansharpen)	2	0,5
5	Створення мозаїки зображень	2	0,5
6	Принципи і процес прив'язки аерокосмічного знімку	2	0,5
7	Методи попиксельної класифікації. Некерована класифікація знімків Landsat 8 із застосуванням алгоритму K Means	2	0,5
8	LIDAR. Візуалізація та обробка хмар точок	2	0,5
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>16</b>	<b>4</b>

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розглянути додаткові подробиці з історії розвитку методів дистанційного зондування Землі	3	5
2	Вивчити основи функціонування програми Google Earth. Ознайомитися з принципом побудови пірамідних шарів	3	4
3	Розглянути особливості використання знімків в різних зонах спектру в наукових дослідженнях	4	8

4	Ознайомитися у літературних та Інтернет-джерелах з характеристиками сучасної космічної знімальної апаратури, її призначенням та способами використання	8	14
5	Розглянути поняття «віртуальні глобуси» та ознайомитися з сервісами, які вони пропонують. Знайти сучасні Інтернет-банки даних результатів зйомок ДЗЗ, з'ясувати, що можна отримати з їх допомогою	2	8
6	Розглянути особливості первинних результатів зйомки, формати даних BIL, VIP та BSQ – кодування інформації	2	5
7	Розглянути напрямки застосування спектральних індексів, приклади використання нормалізованого індексу рослинності NDVI та задачі, що вирішують з його допомогою	3	6
8	Ознайомитися з алгоритмом ортотрансформування знімків	4	7
9	Ознайомитися у літературних джерелах з видами спектральних покращувальних перетворень, фільтрацією зображень, видами фільтрів, що застосовуються	3	7
10	Вивчити додаткові приклади застосування космічних знімків в географічних дослідженнях	6	9
11	Детальніше ознайомитися з алгоритмом дослідження змін за різночасовими космічними знімками	4	5
	<b>Разом</b>	<b>42</b>	<b>78</b>

## 6. Індивідуальні завдання

Не передбачені програмою

## 7. Методи навчання

До основних методів навчання належать: лекції (з презентаціями), практичні роботи, самостійна робота студентів згідно з програмою курсу, індивідуальні навчально-дослідницькі завдання (контрольні роботи для студентів денного і заочного відділень).

Лекції можуть проводитись очно або у онлайн режимі із застосуванням платформи для відеоконференцій Zoom, з урахуванням умов воєнного стану та інших впливових обставин.

## 8. Методи контролю

До методів контролю належать: здача практичних робіт; поточні письмові роботи (5-ти хвилинний контроль теоретичних знань під час лекцій); проміжна контрольна робота і підсумковий тест (залікова контрольна робота). Перевірка знань здійснюється в середовищі Google Forms та платформі Moodle - з автентифікацією здобувача у режимі відеоконференції. Реєстрація (допуск до складання) учасників освітнього процесу, а також обмін підсумковими завданнями та відповідями на них здійснюється винятково з корпоративної електронної пошти Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна із забезпеченням академічної доброчесності.

## 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль			Залікова контрольна робота	Сума
Практичні роботи (40 б)	Проміжна контрольна	Разом		



									робота			
Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	Пр. 8	20 б	60 б.	40 б.	100б.
5 б	5 б	5 б	5 б	5 б	5 б	5 б	5 б	5 б				

**Критерії оцінювання навчальних досягнень  
Для практичних робіт**

Виконаний обсяг	бали
Результат відсутній або не за темою практичної роботи	1 та менше
У виконаному завданні наведено загальну інформацію, часткові конкретні дані, які не показують системне володіння матеріалом, студент орієнтується у завданні частково (фрагментарно)	1-2
У виконаному завданні наведено надано конкретні дані з загальними прикладами і частковими коментарями, студент орієнтується у завданні впевнено, має переважно добре сформовану компетентність	3
У виконаному завданні надано вичерпні дані з загальними і частковими прикладами і коментарями стосовно вирішення практичних задач, студент орієнтується у завданні вільно, здатен приймати вірні рішення і має повністю сформовану компетентність	4

**Критерії оцінювання під час проміжного контролю**

Проміжний контроль складається із тестових завдань закритого типу на вибір правильної відповіді, із загальною сумою 15 балів, що набирається студентом відповідно до кількості правильних відповідей. Також до проміжного контролю входить завдання відкритого типу з розгорнутою відповіддю на 5 балів, яке має такі критерії оцінювання:

Зміст відповіді	бали
Відповідь відсутня або дана не за темою питання	2 та менше
У відповіді наведено загальну інформацію, часткові конкретні дані, які не показують системне володіння матеріалом, студент орієнтується у завданні частково (фрагментарно)	3
У відповіді наведено переважно конкретні дані з загальними прикладами і частковими коментарями, студент орієнтується у завданні впевнено, має переважно добре сформовану компетентність	4
У відповіді наведено вичерпні дані з загальними і частковими прикладами і коментарями стосовно вирішення практичних задач, студент орієнтується у завданні вільно, здатен приймати вірні рішення і має повністю сформовану компетентність	5

До підсумкового контролю допускаються студенти, які виконали усі види робіт, що передбачені навчальною програмою.

**Мінімальна сума балів для допуску до підсумкової роботи – 20 б.**

**Критерії оцінювання під час підсумкового семестрового контролю (заліку)**

Заліковий контроль складається із тестових завдань закритого типу на вибір правильної відповіді, із загальною сумою 30 балів, що набирається студентом відповідно до кількості правильних відповідей. Також до залікового контролю входить завдання відкритого типу з розгорнутою відповіддю на 10 балів, яке має такі критерії оцінювання:

Зміст відповіді	бали
Відповідь відсутня або дана не за темою питання	3 та менше
У відповіді наведено загальну інформацію, часткові конкретні дані, які не показують системне володіння матеріалом, студент орієнтується у завданні частково (фрагментарно)	4-6
У відповіді наведено переважно конкретні дані з загальними прикладами і частковими коментарями, студент орієнтується у завданні впевнено, має переважно добре сформовану компетентність	6-8
У відповіді наведено вичерпні дані з загальними і частковими прикладами і коментарями стосовно вирішення практичних задач, студент орієнтується у завданні вільно, здатен приймати вірні рішення і має повністю сформовану компетентність	8-10

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
	для заліку
50 – 100	зараховано
1 – 49	не зараховано

### 10. Рекомендована література

#### Основна література

1. Фотограмметрія та дистанційне зондування: підручник: книга 2 / Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич, Ю.В. Денис. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 216 с.
2. Байрак Г.Р., Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с.
3. Білоус В.В., Боднар С.П., Курач Т.М., Молочко А.М., Патиченко Г.О., Підлісецька І.О. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії: Навчальний посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет". 2011.-367 с
4. Richards, J.A. (2013) Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Springer, Berlin, 1-494. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-30062-2>
5. Edgar Falkner, Dennis Morgan. Aerial mapping. Methods and Applications. 2002
6. Fundamentals of Remote Sensing. A Canada Centre for Remote Sensing Remote Sensing Tutorial
7. Robert R. Hoffman, Arthur B. Markman. Interpreting Remote Sensing Imagery Human Factors
8. The Remote Sensing Tutorial GSFC-NASA

#### Допоміжна література

1. Documentation for the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Water Body Data Files
- 2.

#### Інформаційні ресурси, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://earthexplorer.usgs.gov/>

<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>